



(19) RU (11) 2075371 (13) CI

(51) 6 В 22 F 9/14

Комитет Российской Федерации
по патентам и товарным знакам

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ**
к патенту Российской Федерации

(21) 94027466/02

(22) 19.07.94

(46) 20.03.97 Бюл. № 8

(72) Азарковский Е.И., Ильин А.П., Парнер
М.И., Тухонов Д.В.

(71) (73) Научно-исследовательский инсти-
тут высоких напряжений при Томском
политехническом университете

(56) 1. Котов Ю.А., Яворовский Н.А.
Исследование частиц, образующихся при
электрическом взрыве проводников. - Фи-
зика и химия обработки металлов № 4, 1978,
с. 24 - 29. 2. Заявка PCT (WO) 92/17393,
кл. В 22 F 9/14, 1992.

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛИ-
ЧЕСКИХ ПОРОШКОВ

2

(57) Изобретение относится к порошковой
металлургии, в частности к способам пол-
учения дисперсных порошков металлов
электрическим взрывом проводников. Ос-
новной технической задачей данного изо-
бретения является получение порошков
сплавов и интерметаллических соединений
в ультрадисперсном состоянии. Способ
включает электрический взрыв заготовок,
причем используют коаксиальные заготовки
из разнородных металлов, а соотношение
масс заготовок выбирают в соответствии со
стехиометрическим составом получаемого
порошка.

RU

2075371

CI

CI

2075371

RU

Изобретение относится к порошковой металлургии, в частности к способам получения дисперсных порошков металлов электрическим взрывом проводников.

Известен способ получения высокодисперсных порошков металлов путем электрического взрыва проводников в газовых средах (Котев Ю.А., Язоровский Н.А. Исследование частиц, образующихся при электрическом взрыве проводников. - "Физика и химия обработки металлов". N 4, 1978, с. 24 - 29).

Недостатком этого способа является невозможность получать сплавы и интерметаллические соединения в ультрадисперсном состоянии.

Наиболее близким по технической сущности к предложенному способу является способ для изготовления вискодисперсных порошков из неорганических материалов (заявка РСТ (WO) 92/17303, кл. В 22 F 9/14, опублик. 15.10.1992 г.).

Одним из основных недостатков этого способа является невозможность получать сплавы и интерметаллические соединения в ультрадисперсном состоянии и порошки в ультрадисперсном состоянии, т.к. в известном способе ограничен уровень вводимой энергии:

$$0,6 \frac{319,3 \text{ кДж/моль}}{906,9 \text{ кДж/моль}} = 0,13,$$

где 319,3 кДж/моль - энергия возгонки металла - алюминиевой заготовки, а 906,9 кДж/моль - ее ионизация (данные книги "Энергии разрыва химических связей. Потенциалы ионизации и сродство к электрону". Л.В. Гурвич и др. М.: Наука, 1974 г., с. 175, 227). При таком уровне вводимой энергии - 0,9 энергии возгонки заготовки к ее энергии ионизации и высоком давлении газовой среды для ультрадисперсной фракции металла, особенно для порошков металлов. Кроме этого, технологический процесс получения интерметаллидов по этому способу сложен из-за необходимости использования двух или более механизмов подачи заготовки: эти механизмы должны действовать согласованно.

Основной технической задачей данного изобретения является получение порошков сплавов и интерметаллических соединений в ультрадисперсном состоянии, а также улучшение технологического процесса.

Предлагаемый способ, при котором используют коаксиальные заготовки из разнородных металлов, а соотношение масс заготовок выбирают в соответствии со стехиометрическим составом получаемого порошка, позволяет получать сплавы и интерметаллические порошки в ультрадис-

персном состоянии. Кроме того, порошки получают на установках с одним механизмом подачи заготовок, то есть осуществляют технически более простое решение за счет того, что коаксиальные заготовки из разнородных металлов имеют вид проволоки из одного металла, на которую нанесен или механически соединен один или несколько других металлов, и поэтому не требуется для каждой заготовки применять отдельный механизм подачи заготовок. В прототипе при параллельном взрыве проводников требуется синхронизация в области микросекунд, что технически сложно.

Поставленная задача достигается тем, что в способе получения металлических порошков путем электрического взрыва заготовок согласно предложенному решению используют коаксиальные заготовки из разнородных металлов, а соотношения масс заготовок выбирают в соответствии со стехиометрическим составом получаемого порошка. Пример 1. Взрывалась медная заготовка диаметром 0,2 мм, покрытая слоем алюминия с наружным диаметром 0,4416 мм. Длина заготовок 50 мм. Масса меди составляет 0,01681 г., масса алюминия 0,01979 г., что соответствовало стехиометрическому составу CuAl_2 . Заготовки располагались в геометрической камере, заполненной техническим аргоном. Взрывы проводились в LC-контуре с параметрами: $C = 2,941 \text{ мкФ}$, $L = 0,4 \text{ мкГн}$, напряжение, до которого заряжалась емкость, равнялось 21,2 кВ. После взрыва производился отбор проб осажденного на стенки камеры порошка. Фазовый состав порошка изучался с помощью рентгеновского дифрактометра ДРОН-3. В результате анализа установлено, что полученный ультрадисперсный порошок содержал интерметаллиды, преимущественно CuAl_2 .

Пример 2. Взрывалась алюминиевая заготовка диаметром 0,31 мм, покрытая слоем железа с наружным диаметром 0,3447 мм. Длины заготовок 70 мм. Масса алюминия составила 0,014431 г., масса железа 0,00983 г., что соответствовало стехиометрическому составу FeAl_3 . Заготовки располагались в герметической камере, заполняемой техническим аргоном. Взрывы производились в LC-контуре с параметрами: $C = 1,83 \text{ мкФ}$, $L = 0,45 \text{ мкГн}$, напряжение, до которого заряжалась емкость, равнялось 16,0 кВ. После взрыва производился отбор проб осажденного на стенки камеры порошка. Фазовый состав порошка изучался с помощью рентгеновского дифрактометра ДРОН-3. В результате анализа установлено,

что полученный ультрадисперсный порошок содержал интерметаллиды FeAl , Fe_2Al_3 , FeAl_3 , преимущественно FeAl_3 .

Пример 3. Взрывалась железная заготовка диаметром 0,24 мм, покрытая слоем меди с наружным диаметром 0,34 мм. Длины заготовок 60 мм. Масса железа составляла 0,02133 г., масса меди 0,02438 г. Заготовки располагались в герметической камере, заполненной техническим аргеном. Взрывы

производились в LC-контуре с параметрами: $C = 2,941$ мкФ, $L = 0,42$ мГн. напряжение, до которого заряжалась емкость, равнялось 21,6 кВ. После взрыва производился отбор проб осадившего на стенки камеры порошка. Фазовый состав порошка изучался с помощью рентгеновского дифрактометра ДРОН-3. В результате анализа установлено, что полученный ультрадисперсный порошок представлял собой сплав меди и железа.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ получения металлических порошков путем электрического взрыва металлических заготовок, *отличающийся тем*, что в качестве заготовок используют металлические заготовки с покрытием из другого

металла, а соотношение масс металла заготовок и покрытия выбирают в соответствии со стехиометрическим составом учаемого порошка.

Заказ *1111*

По письмен

ВНИИИИИ, Рег. ДР № 040720

113834, ГСП, Москва, Раушская наб., 1/5

121870, Москва, Березовская наб., 24 стр. 2

Производственное предприятие «Патент»

[seal] (19) RU (11) 2,075,371 (13) C1
(51) 6 B 22 F 9/14

Committee of the Russian Federation
on Patents and Trademarks

(12) DESCRIPTION OF INVENTION

for Patent of the Russian Federation

(21) 94027466/02 (22) July 19, 1994

(46) March 20, 1997 Bull. No. 8

(72) Azarkovich Ye. I., Il'in A. P., Lerner M. I., Tikhonov D. V.

(71) (73) Scientific Research Institute of High Voltages at the Tomsk
Polytechnic University

(56) 1. Kotov Yu. A., Yazorovskiy N. A. Study on Particles Formed
During Electrical Explosion of Conductors. Fizika i khimiya obrabotki
metallov, No. 4, 1978, pp. 24-29. 2. Application PCT (WO) 92/17303,
cl. B 22 F 9/14, 1992.

(54) MEANS OF PRODUCING METALLIC POWDERS

(57) This invention relates to powder metallurgy and, in
particular, to means of producing dispersed metal powders by
electrical explosion of conductors. The main technical task of the
invention is to produce powders of alloys and intermetallic compounds

in an ultradispersed state. The method comprises an electrical explosion of bars of various metals and the mass ratio of the bars is selected in accordance with the stoichiometric composition of the powder that is produced.

The invention relates to powder metallurgy and, in particular, to means of producing dispersed metal powders by electrical explosion of conductors.

A method is known for producing highly dispersed metal powders by the electrical explosion of conductors in gas media (Yu. A. Kotov, N. A. Yavorovskiy, Study on Particles Produced by Electrical Explosion of Conductors, *Fizika i khimiya obrabotki metallov*, No. 4, 1978, pp. 24-29).

The problem with this method is that it cannot produce alloys and intermetallic compounds in the ultradispersed state.

Most similar in technical essence to the proposed method is a method of preparing highly dispersed powders from inorganic materials (Application PCT (WO) 92/17303, cl. B 22 F 9/14, published 15 Oct 1992).

One of the main problems with this method is that it cannot produce alloys and intermetallic compounds in the ultradispersed state and powders in the ultradispersed state, since, in this known method, the applied energy is limited:

$$0.9 \times (319.3 \text{ kJ/mol}) / (906.9 \text{ kJ/mol}) = 0.33,$$

where 319.3 kJ/mol is the sublimation energy of the metal - an aluminum bar - and 906.9 kJ/mol is its ionization energy (data from the book "Energiya vzryva khimicheskikh svyazey. Potentsialy ionizatsii i sredstvo k elektronu [Energy Required to Break Chemical Bonds: Ionization Potentials and Means to the Electron], L. V. Gurvich et al., Moscow, Nauka, 1974, pp. 175, 227). At this level of applied energy, 0.9 times the sublimation energy of the bar divided by its ionization energy, and under high pressure from the gaseous medium, the ultradispersed fraction is small, particularly for metal powders. Moreover, the technical process of producing intermetallic compounds using this method is complex, since two or more mechanisms must be used for delivering the bars: these methods must be coordinated.

The main technical task of the present invention is to produce powders of alloys and intermetallic compounds in the ultradispersed state and to simplify the technology.

The proposed method, which uses coaxial feeds of various metals and the ratio of masses is chosen in accordance with the stoichiometric composition of the powders that are produced, makes it possible to obtain alloys and intermetallic powders in the ultradispersed state. Moreover, the powders are obtained using

devices with a single feed mechanism for the bars, i.e. the technology is simpler because coaxial bars of various metals are in the form of wire made of one metal with one or more metals applied to it or mechanically mixed with it. For this reason, no separate feed mechanism is required for each bar. In the prior art, the parallel explosion of the wires requires synchronization in the microsecond range, which is technically difficult to achieve.

The task at hand is accomplished in that, using the method of producing metallic powders by the electrical explosion of bars, the proposed method uses coaxial bars in the form of different metals and the ratio of the masses of the bars is selected in accordance with the stoichiometric composition of the powder that is produced.

Example 1. A copper feed measuring 0.2 mm in diameter coated with a layer of aluminum with an outer diameter of 0.4416 mm was exploded. The feed was 60 mm long. The mass of the copper was 0.01681 g and the mass of the aluminum was 0.01979 g, which corresponded to a stoichiometric composition of CuAl_2 . The feeds were placed in a hermetically sealed chamber filled with commercial-grade argon. The explosion was produced in an LC circuit with the following parameters: $C = 2.941 \mu\text{F}$, $L = 0.4 \mu\text{H}$ and the voltage to which the capacitor was charged was 21.2 kV. After the explosion, samples were taken of the powder deposited on the chamber walls.

The phase composition of the powder was studied using a DRON-3 X-ray diffractometer. The analysis showed that the ultradispersed powder produced contained intermetallic compounds, primarily CuAl_2 .

Example 2. An aluminum feed measuring 0.31 mm in diameter coated with a layer of iron with an outer diameter of 0.3447 was exploded. The feed was 70 mm long. The mass of the aluminum was 0.014431 g and the mass of the iron was 0.00983 g, which corresponded to a stoichiometric composition of FeAl_3 . The feeds were placed in a hermetically sealed chamber filled with commercial-grade argon. The explosion was produced in an LC circuit with the following parameters: $C = 1.83 \mu\text{F}$, $L = 0.45 \mu\text{H}$ and the voltage to which the capacitor was charged was 16.0 kV. After the explosion, samples were taken of the powder deposited on the chamber walls. The phase composition of the powder was studied using a DRON-3 X-ray diffractometer. The analysis showed that the ultradispersed powder produced contained intermetallic FeAl , Fe_2Al_5 , FeAl_3 , primarily FeAl_3 .

Example 3. An iron feed measuring 0.24 mm in diameter coated with a layer of copper with an outer diameter of 0.34 mm was exploded. The feed was 60 mm long. The mass of the iron was 0.02133 g and that of the copper was 0.02438 g. The explosion was produced in an LC circuit with the following parameters: $C = 2.941 \mu\text{F}$, $L = 0.42 \mu\text{H}$ and the voltage to which the capacitor was charged was 21.6 kV. After the explosion, samples were taken of the powder

deposited on the chamber walls. The phase composition of the powder was studied using a DRON-3 X-ray diffractometer. The analysis showed that the ultradispersed powder produced was an alloy of copper and iron.

Formula of Invention [Claim]

A means of producing metallic powders by electrical explosion of metal feeds, wherein metal feeds are used with a coating on another metal and the ratio of the mass of the metal feeds and the coating is selected in accordance with the stoichiometric composition of the powder that is produced.

[Printing information is given at the bottom of the page]